



Analisi spaziale

Approccio geostatistico all'analisi delle serie storiche termometriche del Veneto

Dr. Gabriele Cola, Prof. Luigi Mariani

*Dipartimento Produzioni Vegetali, Sezione Agronomia, Facoltà di Agraria
Università degli Studi di Milano*



La geostatistica, scienza delle variabili regionalizzate, si propone come obiettivo quello di descrivere il comportamento spaziale delle variabili climatiche oggetto di questo atlante, a partire dai dati puntuali propri delle stazioni meteorologiche. Metodi geostatistici semplificati (ad esempio medie pesate, triangoli di Thyssen, polinomiali, ecc.) sono in uso da vari decenni e tuttavia l'approccio geostatistico si è affinato negli anni sessanta per merito delle tecniche di kriging introdotte da Matheron (1963). Tali tecniche si fondano sullo studio delle relazioni spaziali esistenti tra i valori puntuali della variabile indagata, con lo scopo di pervenire ad uno stimatore esatto, e cioè una superficie passante per tutti i punti noti. Fra i vantaggi delle tecniche di kriging è la disponibilità di indicatori che consentono di minimizzare l'incertezza del campo spaziale stimato.

A tale tecnica di base si possono poi aggiungere ulteriori tecniche di controllo di qualità quali la cross validation che consiste nel sostituire i valori noti (dati di stazione) con valori ricostruiti con l'algoritmo prescelto e nel verificare l'entità dell'errore commesso in sede di ricostruzione.

Le tecniche di kriging possono fare ricorso a variabili spaziali accessorie, correlate alla variabile indagata e che rispetto ad essa risultino sovra-campionate (e cioè misurate in un maggior numero di punti); tutto ciò con lo scopo di affinare la definizione del campo spaziale.

L'attività di ricerca svolta è stata mirata all'analisi geostatistica dei dati medi ricavati dai dataset relativi ai periodi 1993-2008 (rete automatica di ARPAV) e 1961-90 (Rete ex Servizio Idrografico Ministero LLPP) prodotti nell'ambito del progetto stesso. Sono state inoltre analizzate le anomalie fra i periodi 1990-2004 e 1961-1990 relativamente ai dati provenienti dalla Rete ex Servizio Idrografico Ministero LLPP. Sulla base dei dati precedentemente discussi si è proceduto, per ognuno degli aggregati sopra elencati, alla realizzazione delle carte regionali relative alle variabili in esame. La spazializzazione dei dati è stata effettuata tramite appropriate tecniche geostatistiche (Goovaerts, 1999) con particolare riferimento al kriging ordinario sui residui (regression kriging di cui al pacchetto geostatistico GSTAT in ambiente R) ottenuto applicando alla variabile indagata il modello lineare *lm1*.

In vista dell'applicazione di tale modello sono state condotte regressioni multiple della variabile indagata rispetto alle seguenti possibili variabili correlate ricavate dal DTM della Regione Veneto anche con l'ausilio di moduli topografici, idrologici e radiativi presenti nel software SAGA Gis:

1. altezza sul livello del mare
2. esposizione e pendenza
3. indice di convergenza (algoritmo idrologico che, agendo sul DTM, individua le zone di compluvio e displuvio di un dato territorio)
4. Channel Network Base Level (CNBL), indice topografico che calcola la distanza verticale fra la cella in esame ed il fondo del bacino idrografico cui afferisce (Bock e Kothe, 2009)
5. radiazione solare globale potenziale annua
6. durata dell'insolazione potenziale per il periodo in esame
7. durata dell'insolazione potenziale annua
8. indici di curvatura (misure del livello di concavità o convessità dell'orografia).

Le regressioni multiple fra le variabili indagate ed i regressori hanno evidenziato che il contributo più rilevante è dato dai regressori 1 (altezza) e 4 (CNBL) mentre di scarsa rilevanza è il contributo dei restanti regressori. Nel complesso l'altezza ha dimostrato

performance migliori e più stabili rispetto a CNBL dando luogo a campi spazialmente più coerenti il che si traduce in semivariogrammi di migliore qualità. Si è pertanto deciso di utilizzare tale variabile come variabile correlata per tutte le grandezze in esame.

L'analisi dei semivariogrammi e la successiva scelta delle funzioni di fitting dei medesimi hanno portato alla produzione delle carte finali, sempre corredate da un'analisi di cross validation per avere una misura della bontà delle spazializzazioni effettuate.

Risultati

Per quanto riguarda il dataset 1993-2008 si è proceduto alla realizzazione delle seguenti carte regionali:

1. Carte annuali e stagionali relative a media delle temperature minime, medie e massime ed escursione termica (20)
2. Carte relative ad indici Agroclimatici e climatici (17)

Relativamente al dataset 1961-1990 si sono prodotte:

3. Carte annuali e stagionali relative a media delle temperature minime, medie e massime (15)
4. Carte relative ad indici Agroclimatici e climatici (17)

Per quanto riguarda il confronto fra i dataset 1991-2004 e 1961-1990 si sono prodotte:

5. Carte di anomalia relative ai dati annuali e stagionali di media delle temperature minime, medie e massime ed escursione termica (20)
6. Carte relative ad indici Agroclimatici e climatici (17)

Ogni spazializzazione è corredata dal materiale relativo all'analisi ed al fitting del semivariogramma oltre che dai risultati del test di cross validation effettuati per saggiarne la qualità.

Bibliografia

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO - Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome (<http://www.fao.org/docrep>)

Bai J., Perron P., 2003. Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models, *Journal of Applied Econometrics*, 18, 1-22.

Benincasa F., Maracchi G., Rossi P., 1991. *Agrometeorologia*, Patron, Bologna.

Bock e Kothe, 2009. Predicting the depth of hydromorphic soil characteristics influenced by ground water (http://ignum.dl.sourceforge.net/project/saga-gis/SAGA%20-%20Documentation/HBPL19/hbpl19_02.pdf - sito visitato il 9 febbraio 2010)

FAO, 2000. *World - wide agroclimatic database FAOCLIM2*, Environmental and natural resources, Working paper n.5.

Goovaerts P., 1997. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*, Oxford University Press, Applied Geostatistics Series, 483 pp.

- Larcher W., 1983. *Physiological plant ecology*, Springer.
- Mariani L., 2006. Some methods for time series analysis in agrometeorology. *Rivista Italiana di Agrometeorologia*, 11(2):48-56.
- Mariani L., Cola G., 2006. Agrometeorologia ed esigenze idriche delle colture, *Italian Journal of Agronomy*, n.3, 587-602.
- Matheron, G. (1963) Principles of geostatistics. *Economic Geol.* 58, 1246-1266.
- Mennella, I climi d'Italia, F.lli Conte, Napoli, 1977.
- Olaya V., 2004. *A gentle introduction to SAGA Gis* (<http://geosun1.uni-geog.gwdg.de/saga/html/index.php>)
- Peixoto J.P., Oort A.H., 1992. *Physics of climate*, American Institute of Physics, New York, 520 pp.
- Pinna M., 1972. *La climatologia*, UTET, Torino, 462 pp.
- Pinna M., 1996. *Le variazioni del clima, dall'ultima grande glaciazione alle prospettive per il XXI° secolo*, Franco Angeli, 214 pp.